

原始惑星系円盤内でのダスト成長における衝突破壊の効果

The effects of collisional fragmentation on dust growth in protoplanetary disks

陶山 徹 [1]; 田中 秀和 [1]

Toru Suyama[1]; Hidekazu Tanaka[1]

[1] 北大低温研

[1] ILTS, Hokkaido Univ.

原始惑星系円盤において、ダストは赤道面に沈殿しながら、衝突合体を繰り返して成長していく。

ダスト同士が衝突する際、衝突速度が数 m/s 以下であれば、ダストは合体するが、衝突速度が数 m/s 以上の衝突になると、破壊が起こり、成長は抑制される。ダストは衝突合体と衝突破壊を繰り返し、成長していく。このようなダスト成長過程は惑星形成に繋がる非常に重要な過程である。本研究では、衝突破壊がダスト進化にどのような影響を及ぼすかを調べた。

赤道面に沈殿する過程において、ダストは沈殿速度によって衝突する。衝突破壊を起こすような大きな衝突速度を持つダストは、大きなダストである。我々はダストの沈殿と合体成長を数値的に解き、沈殿前に成長できる最大サイズを求めた。そのサイズは中心星から 1AU 離れた領域では 1mm 程度、100AU 離れた領域では $1\ \mu\text{m}$ 程度である。解析的に見積もられた結果は、数値的に求めた結果の 10 倍程度である。数値計算の結果によると、沈殿前の最大サイズを持つダストの衝突速度は中心星からの距離が 10AU より内側の領域において、数 m/s 以上になる。そのような内側の領域では、沈殿する前に衝突破壊が起こる。ダストが沈殿するにつれ、衝突速度が減少し、衝突破壊が起らなくなり、ダストは成長できる。沈殿過程では、破壊・沈殿・成長を繰り返していく。

赤道面では、ダストは動径方向の運動によって衝突し、中心星からの距離によらず、衝突破壊が起こっている。そのため、ダストは衝突破壊が起こり始めるサイズまでしか成長しない。そのようなダストの中心星へ落下する速度（動径方向の速度）は、衝突破壊が起こり始める速度（数 m/s）になる。中心星から 100AU ほど離れた領域にあるダストが中心星に落下するタイムスケールは、10 万年程度である。